



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 37 032 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 41 37 032.5
㉑ Anmeldetag: 11. 11. 91
㉒ Offenlegungstag: 13. 6. 93

⑤1 Int. Cl.⁵:
H04 B 10/10
H 04 B 10/02
H 04 B 10/24
H 04 L 25/26
G 02 F 1/01
G 02 B 5/12
G 02 B 5/32
// H04B 10/22

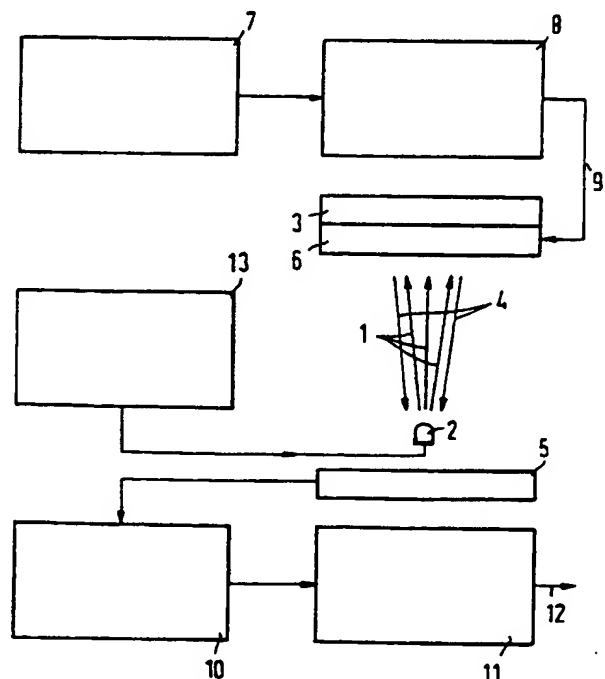
DE 41 37 032 A 1

㉗ Anmelder:
Siemens AG, 8000 München, DE

㉘ Erfinder:
Marguerre, Hans-Helmut, Dipl.-Phys., 7530
Pforzheim, DE

⑤4 Einrichtung zur optischen Datenübertragung

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur optischen Datenübertragung mit einer Lichtquelle (2), deren Licht (1) im Sender auf einen Retroreflektor (3) trifft, mit einem optischen Modulator (6), der vor dem Retroreflektor (3) angeordnet ist und das reflektierte Licht (4) gemäß den zu übertragenden Daten moduliert, und mit einem Fotodetektor (5) und einer Auswerteschaltung (10 bzw. 11) im Empfänger, die mit dem empfangenen Licht (4) ein Signal (12) erzeugen, das den empfangenen Daten entspricht. Die Erfindung wird angewandt in mobilen Bediengeräten und Fernsprecheinrichtungen.



DE 41 37 032 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur optischen Datenübertragung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus dem Aufsatz "Datenübertragung mit Infrarotlicht" von Wilfried Kugler, veröffentlicht in der Zeitschrift "Elektronik" 1988, Heft 24, Seiten 82 bis 90, ist eine Einrichtung zur optischen Datenübertragung mit einem Sender und einem Empfänger bekannt. Der Sender umfaßt im wesentlichen eine lichtemittierende Diode (LED) und eine Ansteuerschaltung, welche die LED derart ansteuert, daß sie modulierte, den zu übertragenden Daten entsprechende Licht emittiert. Im Empfänger ist eine Fotodiode mit einer Auswerteschaltung angeordnet, die aus dem empfangenen Licht ein den Daten entsprechendes Signal erzeugt. Zur Unterdrückung der Störeinflüsse bzw. zur Reduzierung des Störabstandes wird ein trägergebundenes Modulationsverfahren verwendet. Typische Anwendungsbeispiele für derartige Einrichtungen sind mobile Betriebsmittel, wie flexible Transportsysteme, Hochregalstapler, transportable Terminals oder Rechnersysteme auf rotierenden Maschinenachsen im industriellen Bereich, aber auch Fernbedienungen von Audio- oder Videogeräten, Garagentoren und Beleuchtungsinstallationen im Konsumbereich. Nachteilig ist dabei, daß die Lichtquelle im mobilen Sender angeordnet ist und somit die zur Lichterzeugung benötigte elektrische Energie von einem im Sender befindlichen Energiespeicher bereitgestellt werden muß. Gerade im mobilen Sender aber ist das Gewicht des Energiespeichers störend.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur optischen Datenübertragung zu schaffen, wobei der Sender sich durch einen geringen Energiebedarf auszeichnet und mit einem kleineren, bei Verwendung von Solarzellen sogar ohne Energiespeicher auskommt.

Zur Lösung dieser Aufgabe weist die neue Einrichtung der eingangs genannten Art die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 genannten Merkmale auf. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Ansprüchen 2 bis 10 angegeben.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß im Sender kein oder nur ein kleiner Energiespeicher erforderlich ist, und ermöglicht damit die Realisierung von Sendern in kleiner, leichter und handlicher Bauform. Derartige Einrichtungen zur optischen Datenübertragung können vorteilhaft in der Kommunikation zwischen Rechnersystemen und Eingabegeräten, z. B. einer Tastatur oder einer Maus, eingesetzt werden. Die Erfindung erschließt aber auch neue Anwendungsmöglichkeiten in den Bereichen: Zugangs- und Berechtigungskontrolle mittels Ausweis-, Scheck-, Kredit- oder Chip-Karte, elektronische Schließsysteme und drahtlose Fernsprecheinrichtungen für den privaten oder öffentlichen Einsatz. Da die Abstrahlung des Lichts keine Modulation in der Lichtquelle erfordert, muß die Erzeugung von Licht oder Infrarotstrahlung nicht notwendigerweise mit Lumineszenzdioden erfolgen, sondern es lassen sich hier auch andere Strahlungsquellen, wie z. B. Glüh- oder Halogenlampen, gegebenenfalls mit vorgeschalteter Projektionsoptik und Farbfilter, einsetzen. Aufgrund der höheren Strahlungsleistung sind damit größere Entfernungen überbrückbar. Die Modulation des abgestrahlten Lichts und der Einsatz einer Lumineszenzdiode sind jedoch sinnvoll für Anwendungen, die eine erhöhte Störsicherheit erfordern. Durch die Verwendung eines

Hologramms, das die Eigenschaften eines Retroreflektors nachbildet, wird erreicht, daß sich die Sendeeinheit in einer flachen Bauform in eine Ausweis-, Scheck-, Kredit- oder Chip-Karte integrieren läßt. Ein weiterer Vorteil ist hier, daß die Karte nicht durch einen Magnetstreifenleser geschoben oder von einem Lesegerät eingezogen werden muß. Das Lesen der Kartendaten erfolgt berührungslos, wobei die retroreflektierende Sendeeinheit in Richtung Empfänger bzw. Strahlungsquelle ausgerichtet werden muß. Bei kürzerer Distanz kann diese Strahlungsquelle auch die zum Betrieb der Sendeeinheit erforderliche elektrische Energie liefern, wenn die Karte mit einer Solarzelle bestückt ist. In elektronischen Schließsystemen wird ein in der Schlüsselektronik enthaltener elektronischer Code abgefragt und auf diese Weise die Zugangsberechtigung durch eine in der zu öffnenden Tür, z. B. eines PKWs, untergebrachte Schloßelektronik ermittelt. Die optische Datenübertragung zwischen Schlüssel und Schloßelektronik kann auch hier mit Hilfe eines reflektierenden Senders stattfinden, wobei die Lichtquelle die für die Schlüsselektronik erforderliche Energie liefert. Bei Verwendung schnellschaltender ferroelektrischer Flüssigkristalle zur Modulation des Lichts, die als solche aus dem Aufsatz "Ferroelektrische Flüssigkristalle" von Barbara Wantzen, veröffentlicht in "MAGAZIN NEUE WERKSTOFFE" 3/91, Seiten 6 und 7, bekannt sind, kann eine für die meisten Anwendungsfälle hinreichende Datenübertragungsgeschwindigkeit erreicht werden, da die Schaltzeiten dieser ferroelektrischen Flüssigkristalle wesentlich kürzer als eine Millisekunde sind.

Anhand der Zeichnungen, in denen Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt sind, werden im folgenden die Erfindung sowie Ausgestaltungen und Vorteile näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Einrichtung zur optischen Datenübertragung,

Fig. 2a einen Retroreflektor mit Glaskugeln,

Fig. 2b einen Retroreflektor mit Tripelprismenraster,

Fig. 2c einen Retroreflektor mit Linsenraster und

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Einrichtung zur bidirektionalen optischen Datenübertragung.

Das Blockschaltbild in Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Einrichtung zur optischen Datenübertragung mit retroreflektierendem Sender. Licht- oder Infrarotstrahlen 1, welche als Übertragungsmedium dienen, werden auf der Empfängerseite von einer Lichtquelle 2 erzeugt und in Richtung Sender emittiert. Die auf den Sender treffenden Lichtstrahlen 1 werden dort von einem Retroreflektor 3 als Lichtstrahlen 4 annähernd in die gleiche Richtung, also zum Empfänger hin, zurückreflektiert. Wegen des nicht idealen Verhaltens des Retroreflektors 3 treffen die Lichtstrahlen 4 nicht nur auf die Lichtquelle 2, sondern gelangen auch in deren nähere Umgebung, wo sich ein Fotodetektor 5 befindet. An den Retroreflektor 3 ist ein optischer Modulator 6 gekoppelt, der dafür sorgt, daß das reflektierte Licht 4 gemäß den zu übertragenden Daten moduliert wird. Die Ansteuerung des optischen Modulators 6 erfolgt über eine Einheit zur Dateneingabe bzw. -codierung 7 sowie einen elektrischen Modulator mit Treiber 8 zur Erzeugung eines Ansteuersignals 9. In entsprechender Weise sind dem Fotodetektor 5 ein Vorverstärker 10 und ein Demodulator 11 nachgeschaltet, die als Auswerteschaltung ein den Daten entsprechendes Signal 12 liefern. Die dabei angewandten Modulationsverfahren, wie z. B. Puls-Pausen-Modulation (PPM), Ampli-

tude-Shift-Keying (ASK), Frequency-Shift-Keying (FSK) oder Phase-Shift-Keying (PSK), können den bekannten Einrichtungen für die Infrarot-Datenübertragung entsprechen. Für die optische Modulation im optischen Modulator 6 eignen sich Effekte der Elektrooptik, die elektrisch gesteuerte Änderungen der optischen Eigenschaften bewirken. Hierzu gehören z. B. Absorption, Transmission, Streuung und Ablenkung von Licht sowie Variation der Brechzahl und Drehung der Polarisationsrichtung. Besonders vorteilhaft ist der Einsatz von Flüssigkristallzellen, die in ihrer Funktion und ihrem Aufbau den als solchen bekannten Flüssigkristall-Displays für transmittiertes Licht entsprechen. Diese zeichnen sich durch einen äußerst geringen Energiebedarf aus, so daß bei Verwendung einer Solarzelle im Sender auf einen Energiespeicher verzichtet werden kann. Dagegen ist im Empfänger, der das Licht als Medium zur Datenübertragung liefert, eine Stromversorgung 13 erforderlich. Zur Erhöhung der Störsicherheit kann die Stromversorgung 13 zusätzlich einen Modulator enthalten, mit dessen Hilfe das von der Lichtquelle 2 abgestrahlte Licht 1 in bestimmten Anwendungsfällen modulierbar ist. Aufgrund seiner geringen Verlustleistung kann der erfindungsgemäße reflektierende Sender besonders vorteilhaft in Fernbedienungen oder Fernsteuerungen eingesetzt werden. In diesen Fällen genügt eine kleine Solarzelle für die Stromversorgung, wie sie auch in Taschenrechnern gebräuchlich ist, und auf die bisher übliche Batterie kann verzichtet werden. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nutzung der beim Bedienen von z. B. piezoelektrischen Eingabelementen bzw. Tasten freiwerdenden elektrischen Energie.

Der Retroreflektor 3 und der optische Modulator 6 können entsprechend den Fig. 2a, 2b und 2c aufgebaut sein.

In Fig. 2a ist ein Retroreflektor dargestellt, der im wesentlichen aus sehr kleinen Glaskugeln 14 und einer spiegelnden Folie 15 besteht. Dabei sind die Glaskugeln 14 derart vor der spiegelnden Folie 15 angeordnet, daß ankommende Lichtstrahlen 16 nahezu parallel zu reflektierten Lichtstrahlen 17 verlaufen. Ein optischer Modulator 18 ist im Lichtweg vor dem Retroreflektor angeordnet.

Der Retroreflektor in Fig. 2b ist als Tripelprismenraster ausgeführt. Die Kanten 19 der Tripelprismen sind rechtwinklig zueinander angeordnet, so daß auch hier ankommende Lichtstrahlen 20 nahezu in der gleichen Richtung reflektiert werden und als parallel verlaufende Lichtstrahlen 21 abgehen. Wiederum ist ein optischer Modulator 22 vor dem Retroreflektor angeordnet.

Die Retroreflexion, d. h. Parallelität zwischen einfallenden und reflektierten Lichtstrahlen 23 bzw. 24, läßt sich, wie in Fig. 2c dargestellt, auch mit einer einzelnen Linse 25 oder einer Anordnung mehrerer derartiger Linsen erreichen, die sich im Abstand der Brennweite vor einer spiegelnden Schicht 26 befinden. In diesem Fall kann sich ein optischer Modulator 27 entweder vor dem Retroreflektor oder, wie dargestellt, zwischen der spiegelnden Schicht 26 und den Linsen 25 befinden.

Der mechanische Aufbau von Retroreflektoren läßt sich vereinfachen durch den Einsatz von Hologrammen, welche die optischen Eigenschaften der Retroreflektoren nachbilden.

Ein einfacher, mechanisch arbeitender Sender, der ohne Stromversorgung auskommt, ist realisierbar durch einen retroreflektierenden Streifen, vor dem ein in Transmission arbeitender Codestreifen, z. B. mit Balken-Code, manuell vorbeigeschoben wird. Dabei kann

es zur Erhöhung der Störsicherheit sinnvoll sein, das empfängerseitig abgestrahlte Licht vorher mit einer Trägerfrequenz zu modulieren.

Fig. 3 zeigt das Blockschaltbild einer Einrichtung zur bidirektionalen optischen Datenübertragung, die z. B. bei Fernsprecheinrichtungen für den Privatbereich, aber auch für öffentliche Benutzung Anwendung finden kann. Vorteilhaft wird im stationären Teil der Anlage eine lichtemittierende Diode 28 angeordnet, während der mobile Teil einen Sender mit einem Retroreflektor 29 enthält. Damit wird erreicht, daß für die optische Datenübertragung in beiden Richtungen nur eine Strahlungsquelle auf der stationären Seite der Fernsprecheinrichtung erforderlich ist. Zur Realisierung der beiden Sprachübertragungsrichtungen werden jeweils ein Analog-Digital-Umsetzer 30 bzw. 31 zur Wandlung des Analogsignals 32 bzw. 33 in seine Digitaldarstellung sowie ein Modulator 34 bzw. 35 zur Ansteuerung der physikalischen Übertragungselemente 28 und 29, ein Fotodetektor 36 bzw. 37, ein Demodulator 38 bzw. 39 sowie ein Digital-Analog-Umsetzer 40 bzw. 41 zur Erzeugung von Analogsignalen 42 bzw. 43 benötigt, welche die übertragene Sprache repräsentieren. Die Übertragung vom stationären zum mobilen Teil erfolgt durch Ausenden von mit den Daten moduliertem Licht 44 durch die Leuchtdiode 28, das von dem Fotodetektor 36 im mobilen Teil empfangen wird. Gleichzeitig trifft ein Teil 45 der Strahlung auf den retroreflektierenden Sender 29, der die Strahlung entsprechend der in der anderen Richtung zu übertragenden Information zusätzlich moduliert und als Lichtstrahl 46 zu dem Fotodetektor 37 im stationären Teil reflektiert. Da im mobilen Teil keine Lichtenergie erzeugt wird, ist sein Energiebedarf sehr gering.

Patentansprüche

- Einrichtung zur optischen Datenübertragung zwischen einem Sender und einem Empfänger mit
 - einer Lichtquelle (2),
 - Mitteln (6) zur Modulation des Lichts (4) entsprechend den zu übertragenden Daten im Sender,
 - einem Fotodetektor (5) zum Empfang des modulierten Lichts (4) im Empfänger und mit
 - einer dem Fotodetektor nachgeschalteten Auswerteeinrichtung (10, 11), durch die ein den Daten entsprechendes Signal (12) erzeugbar ist,
 dadurch gekennzeichnet,
 - daß die Lichtquelle (2) nicht im Sender angeordnet ist,
 - daß der Sender einen Reflektor (3) enthält, der einen Teil (4) des von der außerhalb des Senders angeordneten Lichtquelle (2) emittierten Lichts (1) zum Fotodetektor (5) reflektiert, und
 - daß zur Modulation des Lichts im Sender ein elektrooptisches Element (6) angeordnet ist, das entsprechend den zu übertragenden Daten eine optische Eigenschaft verändert.
- Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - daß die veränderliche optische Eigenschaft des elektrooptischen Elements (6) die Absorption, Transmission, Streuung, Ablenkung, Brechung oder Drehung der Polarisationsrichtung des Lichts ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
 — daß die Lichtquelle (2) im Empfänger angeordnet ist und
 — daß der Reflektor (3) ein Retroreflektor ist, 5
 der ankommende Lichtstrahlen (1) nahezu in sich selbst zurückwirft.
4. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet,
 — daß das elektrooptische Element (6) eine 10
 Flüssigkristallzelle und die veränderliche optische Eigenschaft ihr Transmissionsfaktor ist.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
 — daß die Flüssigkristallzelle (6) ferroelektrische 15
 Materialien enthält und schnellschaltend ist.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
 — daß der Retroreflektor (3) eine mit kugel- 20
 förmigen Linsen (14) bedeckte Spiegelfolie (15) ist.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
 — daß der Retroreflektor (3) ein Tripelprismenraster ist. 25
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
 — daß der Retroreflektor eine mit Linsen (25) versehene Spiegelfolie (26) ist, wobei sich die 30
 Linsen (25) im Abstand der Brennweite von der Spiegelfolie (26) befinden.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
 — daß der Retroreflektor (3) ein Hologramm 35
 ist, das die Eigenschaften eines Retroreflektors nachbildet.
10. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 — daß zur bidirektionalen optischen Daten- 40
 übertragung die Lichtquelle (28) im Empfänger weitere Mittel (34) zur Modulation des Lichts (44, 45) entsprechend den vom Empfänger zum Sender zu übertragenden Daten enthält und 45
 — daß der Sender einen weiteren Fotodetektor (36) mit einer weiteren Auswerteeinrichtung (38, 40) aufweist, durch die aufgrund des empfangenen Lichts (44) ein den Daten entsprechendes Signal (42) erzeugbar ist. 50

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

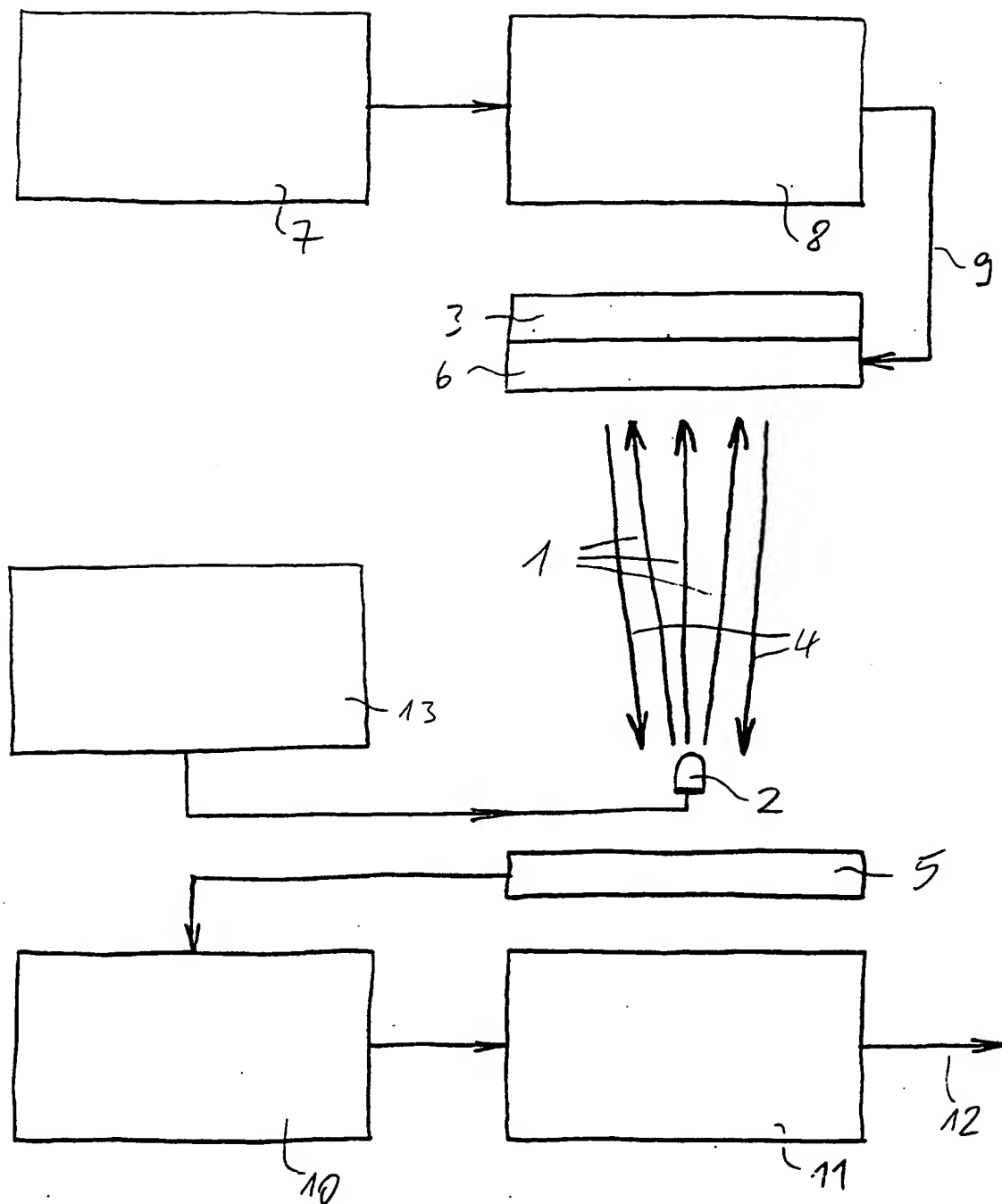


Fig. 1

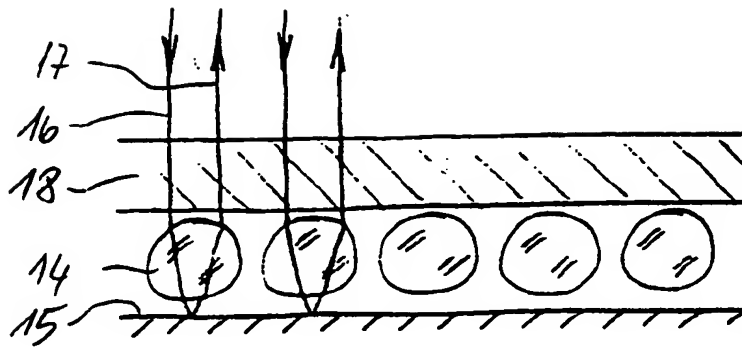


Fig 2a

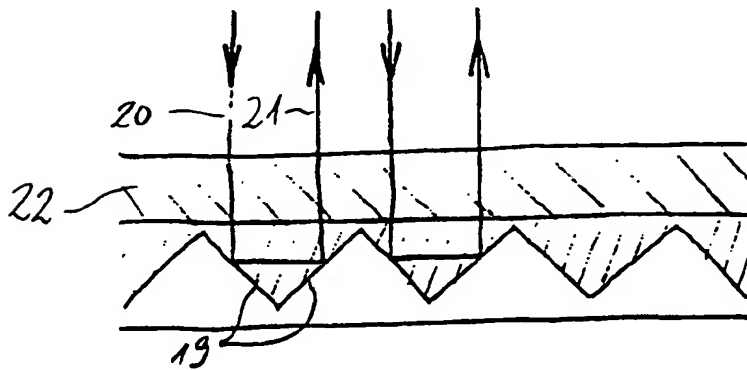


Fig 2b

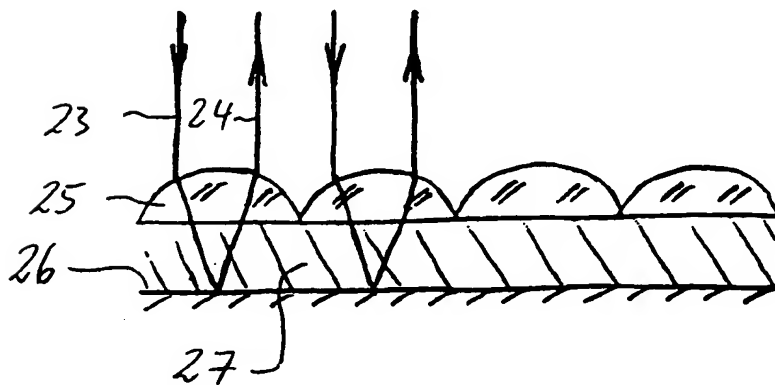


Fig 2c

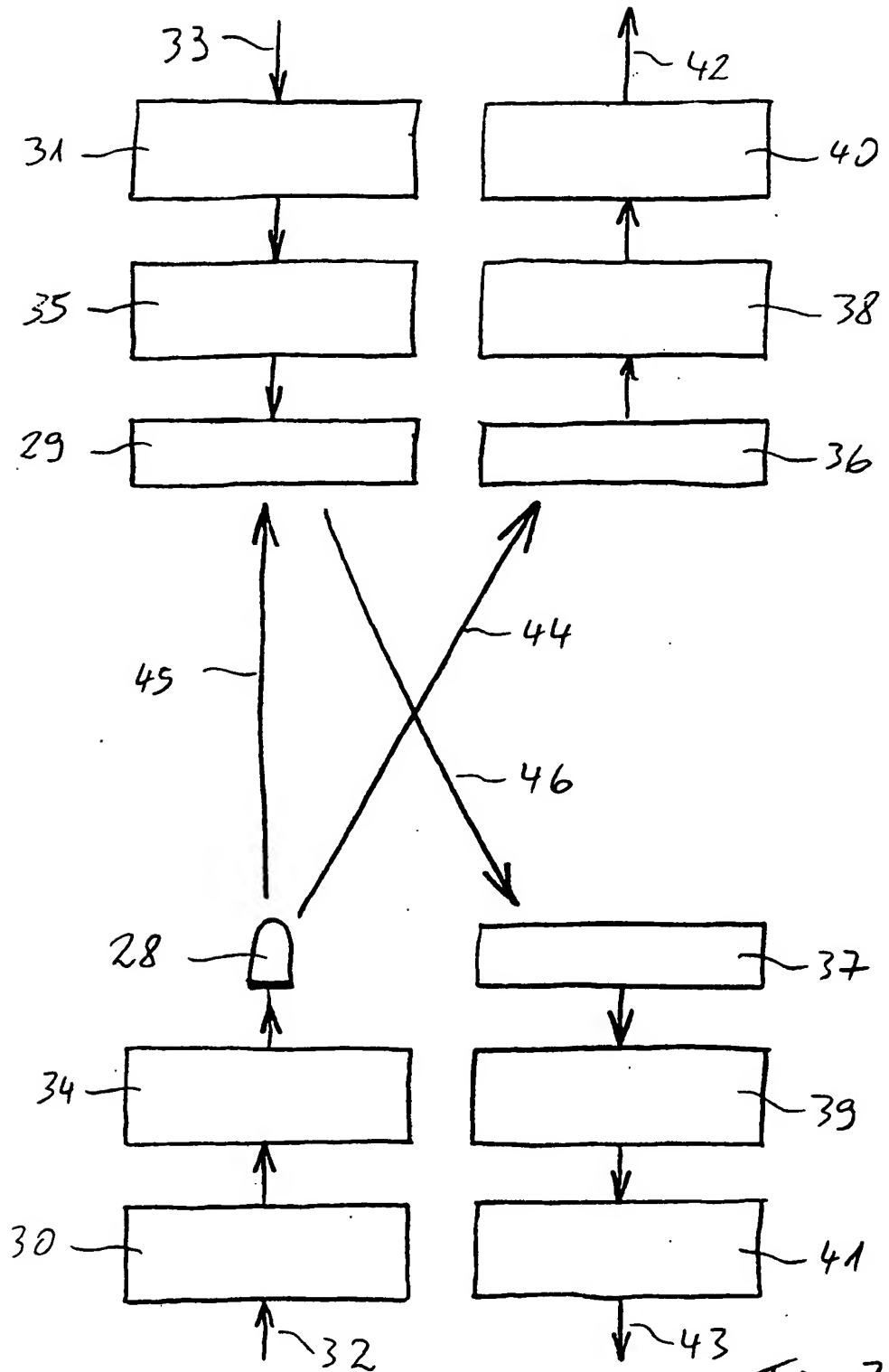


Fig. 3